



**Kompostování jako způsob nakládání s biologicky
rozložitelnými odpady**

Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Bc. Ing. Dana Adamcová, Ph.D.

Vypracoval:
Ondřej Šváb

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Kompostování jako způsob nakládání s biologicky rozložitelnými odpady vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....

podpis

Poděkování

Srdečně děkuji paní Bc. Ing. Daně Adamcové, Ph.D. za cenné rady při psaní, ochotu a dobré vedení, které mi poskytla u tvorby bakalářské práce. Dále chci poděkovat panu Ing. Jiřímu Jaloveckému, vedoucímu kompostárny v Blansku za ochotný přístup a poskytnutí potřebných informací.

ABSTRAKT

Téma bakalářské práce je Kompostování jako způsob nakládání s biologicky rozložitelnými odpady. Tato práce se zabývá způsoby odstraňování biologicky rozložitelných odpadů, podrobněji metodou aerobního rozkladu čili kompostováním. Dále je zde popsán princip a postup procesu kompostování, pravidla a úskalí této technologie.

Výsledkem práce je popsání zpracování biologicky rozložitelných odpadů ve městě Blansku. Následuje popis technologie a vybavení kompostárny, která kompostuje v hale v aerobních žlabech.

Klíčová slova: kompost, kompostárna, technologie, odpady.

ABSTRACT

The topic of my Bachelor's work is Composting as a way of handling with biologically decomposable waste. This work deals with the ways of clearing away biologically decomposable waste, in details it describes the method of aerobic decomposing, in other words composting. Further it depicts the principle and process of composting, rules and difficulty of this technology.

The result of the work is description of processing biologically decomposable waste in town Blansko. After comes the description of the technology and facilities of the composting plant, which composts in a hall in aerobic gutters.

Keywords: compost, composting, technologies, waste.

OBSAH

1	Úvod.....	8
2	Cíl práce	9
3	Problematika biologicky rozložitelných odpadů.....	10
3.1	Základní pojmy	10
3.1.1	Pojem odpad	10
3.1.2	Další základní pojmy.....	10
3.2	Legislativní prostředí České republiky pro odpadové hospodářství.....	11
3.3	Vývoj produkce a nakládání s komunálním odpadem v České republice	11
4	Způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.	14
4.1.1	Anaerobní technologie – fermentace.....	14
4.1.1.1	Princip.....	14
4.1.2	Aerobní technologie – kompostování.....	15
4.1.3	Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady.....	15
5	Charakteristika procesu kompostování	16
5.1	Proces kompostování	16
5.1.1	Důležité podmínky pro kompostování	17
5.1.1.1	Vlhkost	17
5.1.1.2	Vzduch (kyslík)	17
5.1.1.3	Složení výchozího materiálu	18
5.1.1.4	Přídavek půdy	18
5.1.1.5	Promíchání.....	18
5.1.1.6	Tma a teplo	19
5.1.2	Základní fáze při procesu kompostování.....	19
5.1.2.1	Fáze rozkladu – mineralizace	20
5.1.2.2	Fáze přeměny.....	21
5.1.2.3	Fáze syntézy (zralosti).....	21

5.1.3	Výchozí materiály ke kompostování	21
6	Materiál a metodika.....	22
6.1	Blansko	22
6.1.1	Počet obyvatel města Blanska	23
6.2	Kompostárna v Blansku.....	23
6.2.1	Výstavba a provoz kompostárny	24
6.2.2	Chod kompostárny.....	26
7	Výsledky a diskuze	27
7.1	Technologie Kompostárny v Blansku.....	27
7.1.1	Aerobní technologie	27
7.1.2	Technologický postup	27
7.1.2.1	Naskladnění surovin	27
7.1.2.2	Překopání	28
7.1.2.3	Vyskladnění	29
7.1.2.4	Dozrávání.....	29
7.1.3	Technické vybavení kompostárny.....	29
7.1.4	Množství zpracovávaných biologicky rozložitelných odpadů.	30
7.2	Možné způsoby sběru biologicky rozložitelných odpadů.....	32
7.2.1	Způsob zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů	32
8	Závěr	34
9	Přehled použité literatury	35
10	Seznam obrázků	38
11	Seznam tabulek	39
12	Seznam zkratk	39
13	Přílohy	40
13.1	Seznam příloh	41

1 ÚVOD

Téměř všechna lidská činnost produkuje určitý druh odpadu. Lidstvo je rozvinutější, má vyspělejší technologie, proto je problematika odpadů v dnešní době stále více aktuální a je třeba jí věnovat zvýšenou pozornost, což platí i pro odpad biologicky rozložitelný, zejména z důvodu vzrůstajících nároků obyvatelstva na jejich komfort, čímž se zvyšuje i produkce odpadů.

Dnešním trendem se stalo třídění a využívání odpadů s cílem co nejvíce odpadů znovu využít, materiálově či energeticky. Z biologicky rozložitelného odpadu lze získat velmi cenné produkty, například využitím anaerobních či aerobních procesů. Problematika se dále věnuje aerobní technologii, kompostování, jež z biologicky rozložitelných odpadů vytváří kvalitní produkt kompost. Kompost je opětovně vrácen na půdu, využíván jako hnojivo a cyklus živin je tím zakončen. Půdě jsou takto vráceny živiny a je zlepšována její úrodnost i dlouhodobé vlastnosti.

Problematika odpadů a nakládání s nimi je v České republice v současné době aktuálním tématem. Vláda v posledních letech řešila novelu zákona o odpadech, ve které se mimo jiné stanoví, že obec musí umožnit třídění biologicky rozložitelných odpadů a také, že na skládkách nebude možné ukládat po roce 2024 směsný komunální odpad. Kompostování se tudíž bude nejspíše rozvíjet jako způsob, kam odklonit vyprodukovaný biologicky rozložitelný odpad a opětovně surovinu využít. Pokud by byl zaveden v obcích tříděný sběr biologicky rozložitelných komunálních odpadů do kontejnerů, jehož je v komunálním odpadu cca 40 %, tak nejspíš bude také převážně kompostován. Problematika biologicky rozložitelných odpadů v České republice je tudíž velmi aktuální.

2 CÍL PRÁCE

Cílem bakalářské práce je popsat problematiku biologicky rozložitelných odpadů, zaměřit se na pojmy, legislativu a statistické údaje. Dále stručně popsat možné způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, charakterizovat proces kompostování, také popsat proces kompostování na příkladu z praxe a možné způsoby sběru biologicky rozložitelných odpadů.

LITERÁRNÍ PŘEHLED

3 PROBLEMATIKA BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝCH ODPADŮ

3.1 Základní pojmy

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších právních předpisů mimo jiné definuje základní pojmy související s problematikou odpadů.

3.1.1 Pojem odpad

Opad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc k využití nebo k odstranění ve smyslu tohoto zákona nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů podle tohoto zákona bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavování se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li movitou věc osoba sama. (www.portal.gov.cz)

3.1.2 Další základní pojmy

Komunální odpad (KO) – veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti fyzických osob a který je uveden jako KO v Katalogu odpadů, s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání.

Opad podobný KO – veškerý odpad vznikající na území obce při činnosti právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání a který je uveden jako KO v Katalogu odpadů.

Komunitní kompostování – systém sběru a shromažďování rostlinných zbytků z údržby zeleně a zahrad na území obce, jejich úprava a následné zpracování na zelený kompost.

Zelený kompost – substrát vzniklý kompostováním rostlinných zbytků.

Veřejná zeleň – parky, lesoparky, sportoviště, dětská hřiště a veřejně přístupné travnaté plochy v intravilánu obce.

Biologicky rozložitelný odpad (BRO) – jakýkoli odpad, který podléhá aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu.

Původce odpadů – právnická osoba nebo fyzická osoba oprávněná k podnikání, při jejichž činnosti vznikají odpady, nebo právnická osoba nebo fyzická osoba

oprávněná k podnikání, které provádějí úpravu odpadů nebo jiné činnosti, jejichž výsledkem je změna povahy nebo složení odpadů, a dále obec od okamžiku, kdy nepodnikající fyzická osoba odpad odloží na místě k tomu určeném; obec se současně stane vlastníkem tohoto odpadu.

Nakládání s odpady – shromažďování, sběr, výkup, přeprava, doprava, skladování, úprava, využití a odstranění odpadů. (www.portal.gov.cz)

3.2 Legislativní prostředí České republiky pro odpadové hospodářství

V následující kapitole je uveden výčet právních předpisů týkající se odpadového hospodářství, konkrétně BRO.

Hlavním právním předpisem týkajícím se odpadového hospodářství a tím pádem i části zpracování BRO je předpis č. 352/2014 Sb., Nařízení vlády o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024, ve znění pozdějších předpisů, kterým stát stanovuje cíle v odpadovém hospodářství, jenž chce dosáhnout. (www.zakonyprolidi.cz)

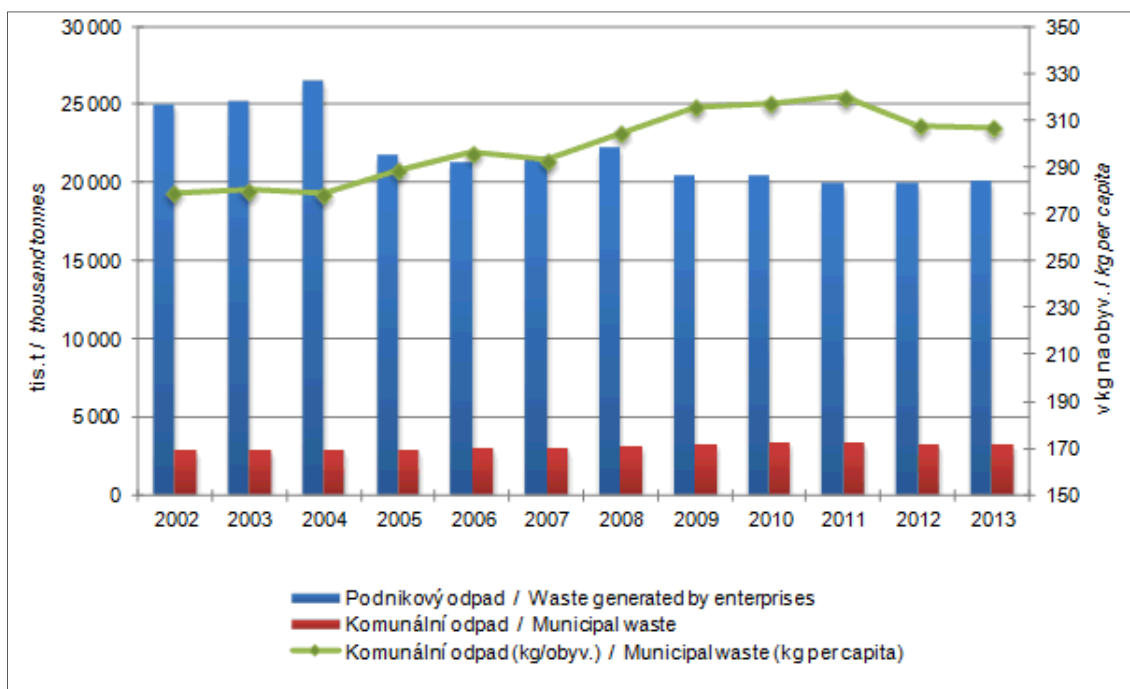
Zásadním zákonem věnujícím se podrobněji problematice odpadového hospodářství, je především Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb., ve znění pozdějších právních předpisů, který se také zabývá nakládáním, odstraňováním a využíváním odpadů. Náležitostmi provozních řádů zařízení k tomu určených se věnuje Vyhláška č. 383/2001 Sb., Ministerstva životního prostředí ČR, o podrobnostech nakládání s odpady ve znění pozdějších právních předpisů. BRO se věnuje Vyhláška č. 341/2008 Sb., **Chyba! Odkaz není platný.**, ve znění pozdějších právních předpisů. (www.zakonyprolidi.cz)

Dalším předpisem týkajícím se problematiky BRO je Vyhláška č. 321/2014 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředění složek KO, ve znění pozdějších právních předpisů, kde se mimo jiné stanovují podmínky umožnění odděleného sběru biologicky rozložitelných komunálních odpadů (dále jen BRKO) na území obce občanům. (www.zakonyprolidi.cz)

3.3 Vývoj produkce a nakládání s komunálním odpadem v České republice

Průmyslové zpracování a nakládání s odpady je jedním z důležitých sektorů, protože ve společnosti, v níž žijeme, odpad vzniká a je tudíž potřeba s ním nakládat způsoby bezpečnými k lidskému zdraví, v souladu s životním prostředím a z hlediska nákladů

sociálně únosně. Na Obr. 1 je uveden vývoj produkce podnikových odpadů v 10^6 kg a množství KO v kg/obyvatele v České republice (dále jen ČR) v období 2002–2013. Z grafu je patrné, že na jednoho obyvatele připadá asi 300 kg produkce KO za rok 2013. (www.czso.cz)



Obr. 1 Vývoj produkce odpadů v ČR od roku 2002 do roku 2013 (www.czso.cz, upraveno Šváb, 2015)

Z grafu vyplývá, že produkce KO na osobu a rok se za sledované období pohybuje průměrně 300 kg za rok. Dále je patrné, že odpadu z podniků vzniká téměř o řád více než KO, proto je třeba se věnovat i této problematice. Na rozdíl od KO je odpad z podniků více stabilní svým složením, skládá se z méně druhů, lépe se třídí a následně ho lze materiálově využít. (www.czso.cz)

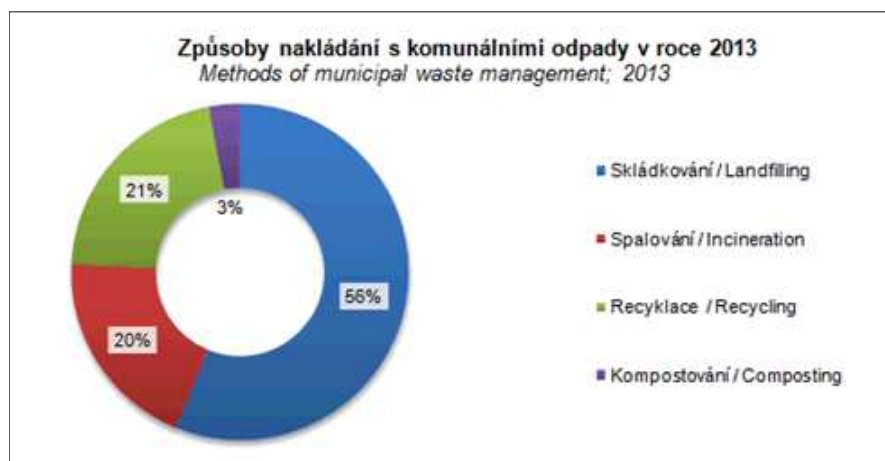
Za rok 2013 bylo v ČR celkem vyprodukováno 23 724 147 Mg odpadů. V tomto množství jsou započítány jednotlivé druhy odpadů, jak je patrné z Tab. 3 v Příloze č. 1. Pokud by se porovнала produkce odpadu na osobu a rok s evropskými zeměmi, viz Tab. 4 v Příloze č. 1, tak je pozice ČR v dobrém postavení vůči ostatním evropským státům. S produkcí kolem 300 kg/rok je ČR jedním ze států s nejmenší produkcí na osobu a rok, většina zemí přesahuje 400 kg/rok na jednu osobu. (www.czso.cz)

Množství KO produkovaného v ČR je jen jednou částí v rámci celé produkce odpadů. Z údajů Českého statistického úřadu, které jsou uvedeny v Tab. 1 je patrné, že celková produkce KO se za poslední roky pohybovala nad 3 200 000 Mg za rok, z čehož představuje BRKO asi 47 %. (www.czso.cz)

Tab. 1 Produkce komunálních odpadů v letech od 2009 do 2013 (www.czso.cz, upraveno Šváb, 2015)

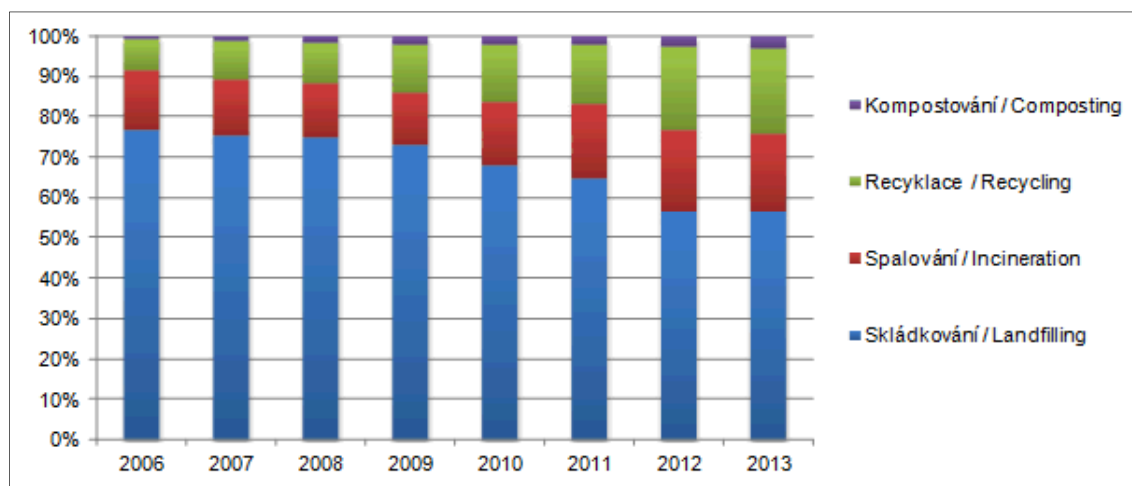
V Mg za rok	2009	2010	2011	2012	2013
Produkce KO celkem	3 309 667	3 334 240	3 357 877	3 232 643	3 228 232
z toho:					
běžný svoz	2 374 027	2 390 421	2 446 597	2 195 867	2 139 595
svoz objemného odpadu	402 899	352 339	361 592	312 708	317 161
odpady z komunálních služeb	72 438	62 587	66 204	56 574	52 034
odděleně sbírané složky	460 302	528 893	483 483	448 088	448 428
z toho:					
papír	–	–	158 348	147 975	145 012
sklo	–	–	120 358	112 872	114 062
plasty	–	–	102 772	100 703	105 235
kovy	–	–	53 164	40 841	37 461
z toho:					
biologicky rozložitelný odpad	–	–	1 645 704	1 505 699	1 518 784

Mezi způsoby nakládání s KO patří skládkování, spalování, recyklace a kompostování. Způsob, jakým se v ČR nakládalo s KO v roce 2013, demonstruje Obr. 2. Z údajů vyplývá, že proces kompostování zaujímá jen 3 % z celkového nakládání s KO. Největší podíl KO se skládkuje (56 %), 21 % KO se recykluje a zbylých 20 % energeticky využívá spalováním.



Obr. 2 Způsoby nakládání s KO v roce 2013 (www.czso.cz)

Na Obr. 3 je uveden vývoj ve způsobech nakládání s KO v ČR v letech 2006–2013. Z grafu je patrný mírný nárůst zpracování odpadů kompostováním, přesto nejvíce převládá způsob skládkování.



Obr. 3 Vývoj nakládání s komunálním odpadem (www.czso.cz)

4 ZPŮSOBY NAKLÁDÁNÍ S BIOLOGICKY ROZLOŽITELNÝMI ODPADY.

Odpady biologického původu jsou v KO kvantitativně významnou složkou. Způsob nakládání s nimi pozitivně nebo negativně ovlivňuje základní složky životního prostředí. Převážnou část BRO lze využít látkově či materiálově. BRO obsahují organické látky a rostlinné živiny, které lze aerobně stabilizovat (kompostovat) a uvádět zpět do přírody jako organické hnojivo – kompost. Dalším způsobem zpracování BRO je anaerobní způsob (fermentace), při kterém vzniká fermentační zbytek a bioplyn. Ten může být využíván k výrobě elektrické energie, tepla nebo paliva. (www.mzp.cz)

BRO se tedy může zpracovávat aerobně či anaerobně, od čehož se odvíjí způsob nakládání, technologie i výsledné produkty.

4.1.1 Anaerobní technologie – fermentace

4.1.1.1 Princip

Fermentace je biologický proces rozkladu organické hmoty, který probíhá za nepřístupu vzduchu, kdy směsná kultura anaerobních mikroorganismů postupně v několika

za sebou jdoucích stupních rozkládá organickou hmotu, z které vzniká bioplyn a fermentační zbytek. (www.biomasa.via-alta.cz)

Hlavním produktem fermentace je bioplyn, jenž se skládá převážně z metanu (cca 70 %), který je následně energeticky využíván, a CO₂ (cca 30 %), v němž se dále mohou nacházet další sloučeniny. Vedlejším produktem se stává stabilizovaný fermentační zbytek.

Technologický proces zpracování BRO se skládá z určitých základních fází. Na začátku jsou přijaté odpady drceny, homogenizovány, následuje hygienizace a pasterizace. Následně je odpad fermentován v reaktoru, z nějž je jímán bioplyn a ten zpracováván dle druhu technologie a způsobu využití, buď přímo na místě, nebo až v místě potřeby. Po ukončení fermentace se odvádí fermentační zbytek. (www.via-alta.cz)

4.1.2 Aerobní technologie – kompostování

Proces kompostování je dle vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady, ve znění pozdějších právních předpisů, definován jako činnost aerobních mikroorganismů přeměňující využitelné BRO na stabilizovaný výstup – kompost. (www.biomasa.via-alta.cz)

4.1.3 Nakládání s biologicky rozložitelnými odpady

Mezi způsoby nakládání s BRO patří skládkování, které bude vlivem nové legislativy minimalizováno. Dalšími způsoby jsou materiálové nebo energetické využití těchto odpadů, viz předchozí text.

Legislativa umožňuje několik způsobů zpracování BRO, např. kompostování na zahradě, což může každý občan provozovat a BRO, který vyprodukuje na zahradě či doma, si může sám kompostovat, ideálně na pozemku, v kompostéru či dřevěné ohrádce. Další možností je komunitní kompostování, což je považováno také za předcházení vzniku odpadů a není potřeba evidence, jako u nakládání s odpadem. Tato možnost se dá využít v zahrádkářských koloniích, kde se lidé domluví na společném kompostování. Také je možné kompostovat v menších zemědělských kompostárnách, ale významnějším způsobem je kompostování ve velkých městských či soukromích kompostárnách, kde je odpad evidován, zpracováván ve velkém množství a proces monitorován. V kompostárnách probíhá proces ve velkých zakládkách a je možno tak dosáhnout lepšího průběhu procesu kompostování než u kompostování doma. V kompostu se dosahuje vyšších teplot a díky strojní mechanizaci je zakládka

lépe rozmělněna a homogenizována, výstupní produkt tak má vyšší kvalitu. Všechny způsoby však mají své místo. BRKO lze také spalovat, což se děje například v Brně, kde se BRKO z KO netřídí, ale končí společně se směsným KO v brněnské spalovně odpadů.

5 CHARAKTERISTIKA PROCESU KOMPOSTOVÁNÍ

5.1 Proces kompostování

Kompostování je přirozený způsob odstraňování BRO aerobními mikroorganismy. Jedná se o biochemický proces, při kterém jsou organické látky odbourávány (spotřebovávány) mikroorganismy (převážně bakteriemi a houbami), kde probíhá dekompozice a vzniká kompost. Výsledkem komponovacího procesu je především převedení nestabilního organického materiálu na stabilní produkt. Zjednodušená charakteristika procesu kompostování je uvedena na Obr. 4. Tento proces doprovází snížení objemu a hmotnosti vstupních surovin (Obr. 5), snížení obsahu vody a potlačení nežádoucích druhů organismů, jako jsou patogenní mikroorganismy, semena plevelů a další. Z celkového množství vstupních surovin vznikne asi 40–50 % kompostu. (Plíva, 2006)



Obr. 4 Zjednodušená charakteristika procesu kompostování (www.web2.mendelu.cz)

V přírodě tento proces probíhá samovolně. Mikroorganismy potřebné na tento proces jsou v prostředí zastoupeny, není tudíž nutné jimi předpřipravený BRO ke kompostování očkovat, jen je potřeba zajistit specifické životní podmínky, aby proces probíhal. Pokud nám nestačí odpad jen odstranit přirozeně a samovolně tlením, tak jak to probíhá v přírodě, můžeme proces urychlit a konečný produkt – kompost mít k použití jako substrát na rekultivace či na hnojení půdy. Celý proces je monitorován a řízen. (Kalina, 2004)

Konečným produktem celého procesu je stabilizovaný materiál kompost, což je organické hnojivo, v němž jsou mineralizační procesy eliminovány. Mohou

v něm probíhat změny v mikrobiální aktivitě, vlhkosti či obsahu živin. Zralý kompost je surovina bez zápachu, tmavé až černé barvy a neobsahuje nezměněné částice vstupní hmoty, jak je patrné na fotografiích v Příloze č. 4. (web2.mendelu.cz)

5.1.1 Důležité podmínky pro kompostování

Faktorů ovlivňujících kompostování je spousta. Není v možnostech člověka všechny ovládat či sledovat. Mezi ty nejdůležitější, jenž proces kompostování zásadně ovlivňují a je možné je sledovat, patří:

- vlhkost,
- vzduch (kyslík),
- složení výchozího materiálu,
- přídavek půdy,
- promíchání,
- tma a teplo.

5.1.1.1 Vlhkost

Jedna z podmínek pro dobrou činnost mikroorganismů je dostatek vody. Z toho plyne potřeba stabilního vlhkého prostředí pro růst a množení. Nedostatek vody v potravě a prostředí se projeví zastavením jejich rozkladné činnosti. Je-li příliš vlhko, materiál je kašovitý až tekutý a dochází k hnilobným procesům, z důvodu nedostatku kyslíku. Tomu je potřeba zabránit, jelikož anaerobní rozklad je v procesu nežádoucí, proto je lepší mít sušší než příliš vlhký materiál. (Kalina, 2004)

5.1.1.2 Vzduch (kyslík)

Pro dobrý průběh kompostovacího procesu je potřeba dodat mikroorganismům dostatek vzduchu. Největší spotřeba je v počáteční fázi, kdy organizmy spotřebovávají velké množství látek, a teplota zakládky stoupá k 70 °C. Podle některých zdrojů je kyslík v 1 m³ materiálu spotřebován během 2 hodin. Proto je nutné, aby byl materiál kyprý a mohl do něj vzduch z vnějšího prostředí. V praxi se obsah kyslíku nijak nestanovuje. Přístroje sice jsou, ale bylo by to velmi nákladné. Používá se proto odborný odhad struktury kompostovaného materiálu. (Kalina, 2004)

Pokud má založená zakládka optimální podmínky a dostatek strukturního materiálu, začíná aerobní proces rozkladu téměř ihned. Materiál se rozpadá, při tom sesedá a zmenšuje svůj objem. Při sesedání se zmenšují póry pro vzduch a vnitřní část není

dostatečně provzdušněna. Proto je potřeba zakládku pravidelně překopávat. (Kalina, 2004)

5.1.1.3 Složení výchozího materiálu

V podstatě bychom měli mít za cíl, abychom do zakládky kompostu použili co nejvíce různorodý materiál. Čím pestřejší bude zakládka, tím lepší bude konečný produkt. Při volbě složení je potřeba zvolit správný poměr C:N (tedy uhlíku k dusíku), optimální poměr je kolem 20–30 C:1 N. (Kalina, 2004)

Čím lépe se tento poměr podaří dodržet u vstupních surovin, tím rychleji probíhá kompostovací proces a jsou menší ztráty. Při nadbytku dusíku uniká tento prvek ze zakládky ve formě amoniaku (čpavku) do vzduchu, což způsobuje ztrátu živin z materiálu. Při nadbytku uhlíku zase uniká uhlík ve formě oxidu uhličitého, proto je poměr uhlíku k dusíku důležitý. Mezi vstupní suroviny například patří odpady ze zeleně, dřevní štěpka, odpady ze zahrad, sadů. Fotografie příkladů vstupních surovin, které jsou dováženy na kompostárnu v Blansku, jsou uvedeny v Příloze č. 3. Při nadbytku vlhkosti materiálu, což bývá v podzimním období, je přidávána sláma, která na sebe váže přebytečnou vodu. (Kalina, 2004)

5.1.1.4 Přídavek půdy

Přidání půdy je dalším z důležitých kroků, který má za cíl získat kvalitní kompost. V historii téměř všichni kompostovali s přídavkem půdy a dělá se to i dnes. Důvody se různí a často vychází z pouhého pozorování, že zakládka s přídavkem půdy lépe zkompostuje a produkt není tak vláknitý, je spíše drobtovitý, zemitý a více se podobá půdě. Jedním z užívaných důvodů je, že se tím zakládka očkuje mikroorganismy, které se nachází na každém materiálu. Důležitějším důvodem je to, že zemina obsahuje jíl. Během komponovacího procesu mají vznikat stabilní částice, které nejlépe vznikají smísením humusových látek a jílu, tak zvaný humuso-jílový komplex. Mimo jiné se i přichází na to, že přídavkem zeminy se snižuje zápach a dochází k menším ztrátám na živinách, což je žádoucí. (Kalina, 2004)

5.1.1.5 Promíchání

V kapitole o důležitosti vzduchu byl zmíněn jeden z nejdůležitějších argumentů pro překopávání a provzdušňování kompostované zakládky – vzduch. Pro život a metabolismus aerobních mikroorganismů je nepřerušovaný přísun dostatku kyslíku

nezbytný a mikroorganismy jsou zase nezbytné pro dobrý průběh kompostovacího procesu.

Druhým důvodem pro pravidelné překopávání materiálu je stálé homogenizování zakládky. Sušší materiál je potřeba promíchat s vlhkým, jemný s hrubým, tak abychom všude zajistili podobné podmínky a mikroorganismy se mohli dostat k živinám a přeměna proběhla co nejefektivněji. (Kalina, 2004)

5.1.1.6 Tma a teplo

Aerobní mikroorganismy podílející se na rozkladu látek v kompostovací zakládce, pracují převážně ve tmě. Z toho důvodu je vhodné kompost zakrývat materiálem, který umožňuje průchod vzduchu. (Kalina, 2004)

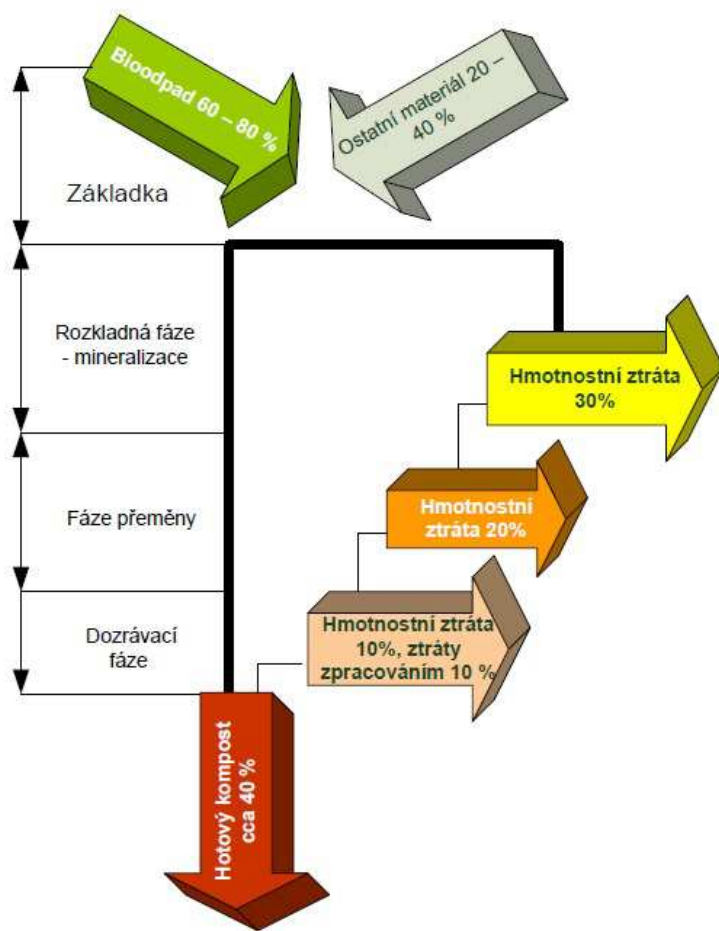
Aby se v zakládce rychle rozběhly rozkladné procesy, je nutná dostatečná teplota. Nejrychleji to jde, pokud je teplota materiálu 20 až 25 °C. Ale i při nižších teplotách se rozklad rozběhne, jen to bude trvat déle. Pokud již rozklad běží, tak mikroorganismy produkují svou činností dostatek tepla a okolní teplota v podstatě nehraje roli. (Kalina, 2004)

5.1.2 Základní fáze při procesu kompostování

Proces přeměny BRO na kompost je kontinuální, a proto ho nelze jednoznačně rozdělit. Pro lepší porozumění problematice se kompostovací proces dělí do tří fází. Při každé fázi zakládka ztrácí přeměnou na finální produkt část své hmotnosti, což je jednou z výhod kompostování. Fáze procesu kompostování jsou:

1. fáze rozkladu,
2. fáze přeměny,
3. fáze syntézy (dozrávání).

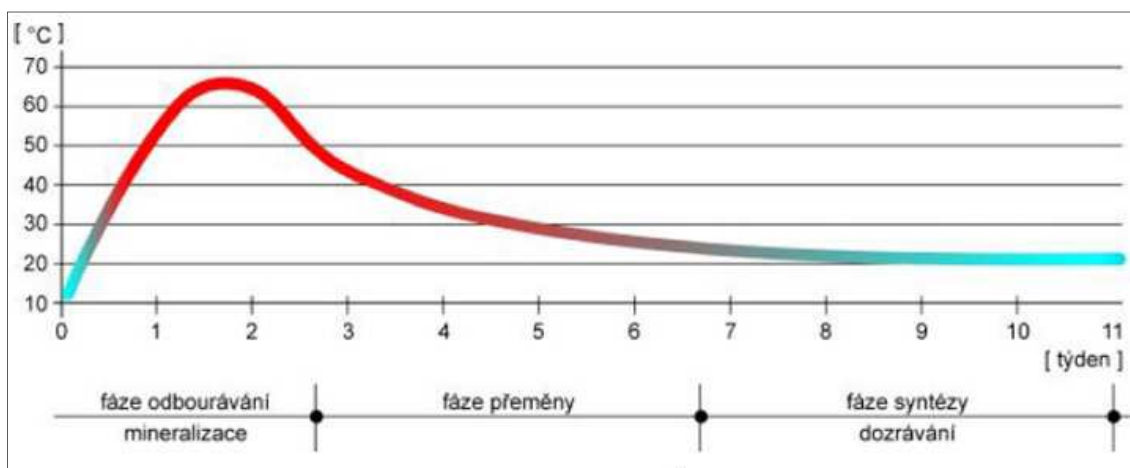
Na Obr. 5 je uveden diagram popisující fáze procesu kompostování v závislosti na úbytku hmotnosti materiálu. Finální kompost má asi 40 % hmotnosti vstupních surovin.



Obr. 5 Diagram popisující fáze procesu kompostu v závislosti na úbytku hmotnosti materiálu (www.web2.mendelu.cz)

5.1.2.1 *Fáze rozkladu – mineralizace*

Tato fáze se vyznačuje rychlým nárůstem teplot výchozího materiálu na 50–70 °C, což je způsobeno činností milionů termofilních bakterií a hub, které rozkládají složitější organické sloučeniny až na jednodušší sloučeniny anorganického charakteru. Jako například cukry, bílkoviny a škrob na konečný produkt, například NO_3^- , CO_2 , vodu, čpavek, ale také mohou vznikat jednodušší organické sloučeniny jako aminokyseliny a polysacharidy. Živiny se v této fázi uvolňují a z části přecházejí do původní minerální formy. Tato fáze trvá asi 3 až 4 týdny a dá považovat za ukončenou, pokud teplota začne klesat k 40 °C. Průběh teploty při procesu kompostování je uveden na Obr. 6. Z grafu je patrné, že se kompost začíná stabilizovat. (Kalina, 2004)



Obr. 6 Průběh teploty v jednotlivých fázích kompostování (Plíva, 2006)

5.1.2.2 *Fáze přeměny*

Teplota postupně klesá ze 40 °C k 25 °C. Mineralizované živiny jsou po první fázi zabudovány do „humusového komplexu“. Kompostovaný materiál začíná získávat vláknitou až drobtovitou strukturu. Získává také charakteristickou vůni po lesní zemině a hnědou až černou barvu. Zakládka přestává být fytotoxická a na konci procesu by se dala již použít jako hnojivo – kompost. Tato fáze trvá čtyři až šest týdnů, ovšem názory na dobu trvání se různí autor od autora. (Kalina, 2004)

5.1.2.3 *Fáze syntézy (zralosti)*

Při dozrávání se teplota srovnává s okolím a zráním získáváme více zemitou strukturu. Vytváří se kvalitní a stabilní humus, který při aplikaci na půdu zlepšuje její vlastnosti. Živiny jsou pevně vázány, ale hnojící účinek je slabší. (Kalina, 2004)

5.1.3 **Výchozí materiály ke kompostování**

V podstatě se ke kompostování hodí vše, co vzniká na zahradě, v domácnosti či na pozemku obce jako organický BRO, vyjma živočišných materiálů, které nejsou vhodné. Zejména jsou vhodné rostlinné odpady všeho druhu (celé rostliny, košťály, listí, posekaná, zavadlá tráva, zbytky po řezu keřů a stromů aj.), organické odpady všeho druhu z domácnosti (květiny, zbytky ovoce, zeleniny a brambor) a jiné organické odpady (podestýlka a hnůj z chovu drobného zvířectva, sláma, hobliny, piliny aj.) viz Příloha č. 3. Zásadně nevhodné ke kompostování jsou inertní nebo špatně rozložitelné materiály, například sklo, kovy, umělé hmoty, textilie. Tyto odpady by měly být tříděny, aby se zabránilo kontaminaci kompostovací zakládky těmito materiály. Stejně

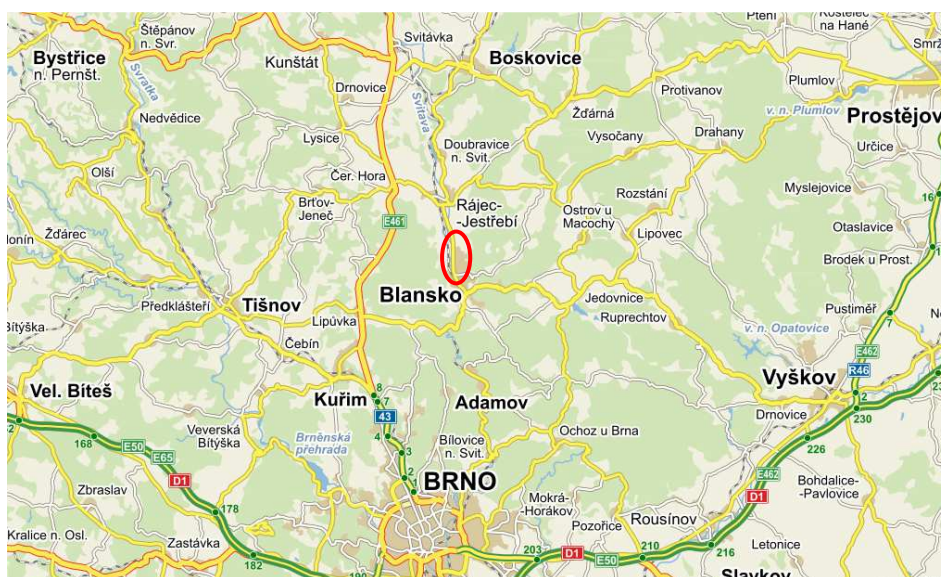
tak se musíme vyhnout již zmíněným živočišným látkám, jako je maso či tuk. (Kalina, 2004)

6 MATERIÁL A METODIKA

6.1 Blansko

Město Blansko se nachází v severní části Jihomoravského kraje a protéká jím řeka Svitava. Rozkládá se na rozhraní Dražanské a Českomoravské vrchoviny. Polohou je vzdálena asi 25 km severně od města Brna. Jak je možno vidět na Obr. 7. (www.blansko.cz)

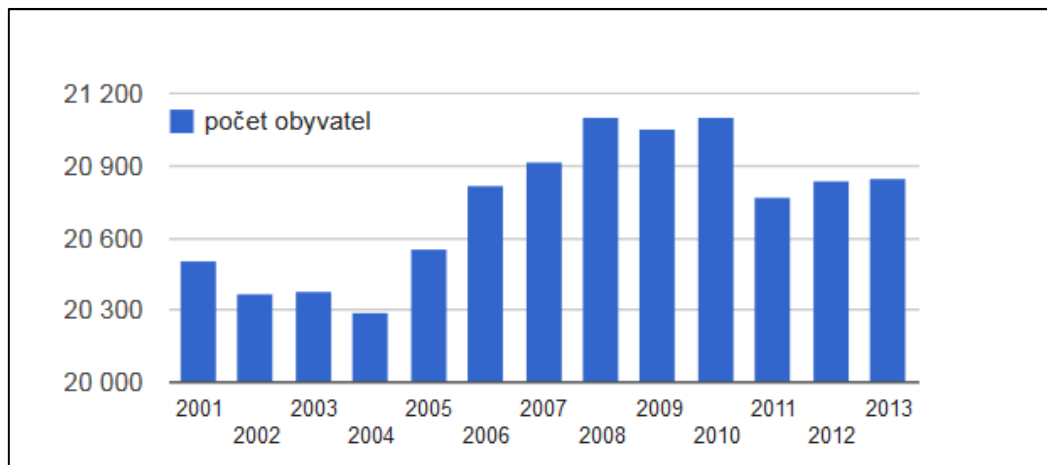
Blanenský region je obdařen nejen přírodními krásami, ale i bohatou historií a cennými architektonickými památkami. V současné době má město s přilehlými obcemi, které patří pod její jurisdikci, přibližně 21 000 obyvatel, což je patrné z grafu vývoje populace Obr. 8. Blansko patří mezi menší města České republiky. Titul města však nese už přes sto let. Ve městě je mnoho aktivních organizací. Dříve bylo město založené na ocelářském a strojírenském průmyslu, který je ve městě a okolí stále aktivní, i když výrobou a zaměstnaností je jen zlomkem původní velikosti. Jelikož se město nachází na okraji Moravského krasu, jenž je Chráněnou krajinnou oblastí, je město obklopeno lesy a přírodou. Ve městě je několik náměstí se zelení a zámecký park, o jehož zeleň se starají Služby města Blanska. (www.blansko.cz)



Obr. 7 Poloha Blanska severně od Brna (www.mapy.cz, upraveno Šváb, 2015)

6.1.1 Počet obyvatel města Blanska

Vývoj počtu obyvatel v městě Blansku se za poslední roky pohybuje s výkyvy kolem 20 700 obyvatel (viz Obr. č. 8). (www.blansko.cz)



Obr. 8 Vývoj počtu obyvatel v městě Blansku od roku 2001 do roku 2013

(www.blansko.cz)

Ve městě a obcích spadajících pod město žije 14 124 mužů a žen ve věku od 15 do 64 let. Obyvatel mladších 14 let je 2 862 a starších 65 let je 3 855. Celková hustota zalidnění na území města je 428 osob na 1 km². Tyto údaje jsou platné k roku 2013. (www.blansko.cz)

6.2 Kompostárna v Blansku

Blanenská kompostárna byla postavena vedle areálu čistírny odpadních vod (dále jen ČOV) na jihozápadním okraji města, v části s názvem Staré Blansko (Obr. 9) a na Obr. 10 je uveden letecký snímek blanenské kompostárny, na kterém je vidět příjezdová komunikace a hala, ve které probíhá kompostovací proces. Vedle areálu kompostárny jsou umístěny budovy a nádrže městské ČOV.



Obr. 9 Poloha kompostárny ve městě Blansku (www.mapy.cz, upraveno Šváb, 2015)



Obr. 10 Letecký snímek blanenské kompostárny (www.mapy.cz)

6.2.1 Výstavba a provoz kompostárny

Výstavba objektu kompostárny byla zahájena 3. května 2010. Dokončena byla zhruba za rok, přesně 11. května 2011. Náklady na realizaci celého projektu se vyšplhaly na 56,9 mil. Kč. Dotace z uznatelných nákladů na realizaci projektu činila 40 %, tj. 16,8 mil. Kč, zbylou část 60 % zaplatilo město Blansko, jakožto majitel objektu. Na Obr. 11 je uveden pohled na halu kompostárny ze strany příjezdové komunikace.

Z čela haly jsou patrné vyskladňovací dopravníky obou kompostovacích žlabů.
(www.blansko.cz, www.youtube.com)



Obr. 11 Pohled na halu kompostárny ze strany příjezdní komunikace (www.blansko.cz)

Kompostárna je schopná za rok zpracovat až kolem 2 200 Mg odpadu, z kterého vyrobí asi 1 800 Mg kompostu. „Využijeme maximálně materiál z Blanska a jeho městských částí a musíme jednat i s okolními obcemi, aby se do kompostování v Blansku také zapojily,“ řekl bývalý starosta Blanska Lubomír Toufar. Na Obr. 12 je uveden pohled do vnitřních prostorů kompostovací haly kompostárny.
(www.blansko.cz)



Obr. 12 Vnitřní prostory kompostárny (www.blansko.cz)

6.2.2 Chod kompostárny

Město Blansko mělo v začátku provozu kompostárny problém s naplněním množství zpracovávaného materiálu. Po uvedení do chodu byly provozovatelem Technické služby města Blanska. Této společnosti se však nedařilo splnit požadované množství zpracovávaného BRO. Kvůli hrozbě vrácení dotace, jež by byla reálná, pokud by objem kompostárny nebyl naplněn alespoň ze tří čtvrtin, se vedení města rozhodlo změnit provozovatele. Kompostárnu pronajala za dvanáct tisíc korun ročně třebíčské společnosti VIA ALTA a.s. Za ukládání BRO město firmě ročně zaplatí kolem čtyř set tisíc korun. V roce 2013 kompostárnou prošlo asi 1 600 Mg BRO, v roce 2014 se poprvé povedlo splnit podmínku naplněnosti zařízení. Lze předpokládat, že v roce 2015 se bude kompostárna pohybovat na hranici maximální naplněnosti zařízení. (Záboj, 2014)

Kompostárna má otevřeno pro potřeby přivezení BRO nebo nákupu kompostu v pondělí od 10.00 do 17.00, dále ve středu od 8.00 do 14.00 nebo v pátek od 8.00 do 14.00. V kompostárně se pracuje na jednosměnný provoz pět dní v týdnu. (www.kompostarna-blansko.cz, www.denik.cz, www.enviweb.cz)

Kompostárna zpracovává odpady dané v seznamu (viz Tab. 2), který byl schválen s provozním řádem při spouštění zařízení. Tyto druhy odpadů kompostárna přijímá a zpracovává na výsledný produkt – kompost.

Tab. 2 Přijímané odpady na kompostárnu (www.kompostarna-blansko.cz)

Katalogové číslo	Název odpadu	Kategorie odpadu
02 01 03	odpad rostlinných pletiv	O
02 03 04	suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	O
02 03 05	kaly z čištění odpadních vod v místě jejich vzniku (odpady z výroby a zpracování ovoce, zeleniny, obilovin,...)	O
02 06 01	suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	O
02 07 02	odpady z destilace lihovin	O
02 07 04	suroviny nevhodné ke spotřebě nebo zpracování	O
02 07 05	kaly z odpadních vod v místě jejich vzniku (odpady z výroby alkoholických a nealkoholických nápojů)	O
02 01 07	odpad z lesnictví	O
03 01 01	odpadní kůra a korek	O
19 05 03	kompost nevyhovující jakosti	O
19 08 05	kaly z čištění komunálních odpadních vod	O
20 02 01	biologicky rozložitelný odpad (např. odpad ze zahrad a parků)	O
20 02 02	zemina	O

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

7.1 Technologie Kompostárny v Blansku

7.1.1 Aerobní technologie

Kompostárna je určena na zpracování BRO ve městě Blansko a okolních obcích. Jedná se o technologii biologického rychlokompostování v aerobních kompostovacích žlabech, které jsou vidět v Příloze č. 2. Kompostárna je konstruována na roční zpracování 2 173 Mg BRO. V kompostárně jsou zpracovávány BRO z údržby městské zeleně, dále od soukromých firem a také mají možnost dovést odpad zdarma občané města Blanska. V Příloze č. 3 jsou nafoceny vstupní suroviny. (Jalovecký, 2013, upraveno Šváb, 2015)

Kompostovací linka je umístěna v zastřešené hale, obdélníkového půdorysu o rozměru 17,19×40,69 m. Provozní hala plní účel ochrany technologie a připravované zakládky pro kompostování před vnějšími vlivy, čímž je proces chráněn a je tak umožněno biologické rychlokompostování. Fotografie haly a její umístění k okolnímu prostoru je uvedeno v Příloze č. 2. (Jalovecký, 2013)

Ve venkovním prostoru haly je umístěna příjezdová a manipulační asfaltová plocha a mostová váha. První část plochy je využívána pro příjem BRO (rozměry dané plochy jsou 10×18 m) a jeho krátkodobé skladování. Tato plocha je vodohospodářsky zabezpečena a má samostatnou jímku o objemu 3 m³. Druhá část plochy je určena pro dozrávání a uskladnění kompostu (rozměry plochy činí 18×20 m) a je taktéž vodohospodářsky zabezpečena svodnou jímku, která má objem 4 m³ (Obr. 18). (Jalovecký, 2013)

7.1.2 Technologický postup

7.1.2.1 Naskladnění surovin

Začátkem naskladnění surovin je svoz BRO z Blanska a okolí. Svoz BRO si zajišťují původci odpadu sami. Nyní má kompostárna možnost svážet velkoobjemové kontejnery (VOK) pomocí návěsu za traktor. Dále BRO mohou do kompostárny dovést i přímo sami občané. Za přivezený odpad se platí 750 Kč za 1 Mg BRO. Při příjezdu je odpad zvážen, zaevidován a uložen na příjmu. Následně je BRO pomocí manipulačního prostředku naskladněn do zásobníku homogenizátoru od firmy ZAGO, konkrétně se jedná o typ 15SD. Zde je materiál šnekovým ústrojím podrcen a smíchán

ve stanoveném poměru. Namíchaný materiál je přes pásový dopravník dopraven do prostoru haly kompostárny, kde je krátkodobě uskladněn. Poté je za pomoci manipulačního prostředku naskladněn do šnekové míchačky STUTI HUSKY MT90, kde se znovu homogenizuje a provzdušňuje. Zde je možné do zakládky doplnit vodu tak, aby suroviny měly požadovanou vlhkost. Sestavou dopravníků a naskladňovacím šnekovým zařízením je surovina dopravena do aerobního kompostovacího žlabu (hmotnost uloženého materiálu je cca 30–50 Mg). Požadovaná výška zakládky může být maximálně 2 m (viz Obr. 13). Tento proces je hlídán obsluhou kompostárny. (Jalovecký, 2013) Fotografie výše zmíněného vybavení jsou uvedeny na Obr. 20–23 v Příloze č. 2.



Obr. 13 Aerobní kompostovací žlaby (VIA ALTA a.s., 2013)

Teplota zakládky je průběžně měřena dvěma teplotními snímači, které jsou již zabudovány v každém žlabu. Teplota se navíc měří ručně, za pomoci tyčových teploměrů, jeden krát za den. (Jalovecký, 2013)

7.1.2.2 Překopání

Kompostovaný materiál zůstává ve žlabech 3 týdny, během kterých se několikrát překope. Jedno překopání plného žlabu trvá asi 4–5 hodin. V průběhu procesu kompostování se materiál překopává 3–5×. Překopávání zakládky je zajištěno pojízdnou frézou na dně žlabu. Při dosažení teploty 65 °C uvnitř zakládky obsluha zapne elektromotory spodní vybírací frézy, příslušných pásových dopravníků a šnekové míchačky, která zakládku opět vrací shora do žlabu. V případě potřeby se dá pomocí čerpadla přidat voda, aby se zvýšila vlhkost zakládky. Překopáváním dochází

k provzdušnění a promíchání zpracovávaných surovin. Kompostování naskladněné hmoty je ukončeno při poklesu teploty pod 40 °C. (Jalovecký, 2013)

7.1.2.3 Vyskladnění

Vyskladnění již zralého kompostu zajišťuje překopávací fréza s vyskladňovacím dopravníkem v reverzním chodu a na ně napojený vynášecí dopravník (Obr. 24 viz Příloha č. 2). Po vyskladnění kompostu je prostor žlabu připraven pro další cyklus zpracování. Kompost je vyskladněn před halu na vodohospodářsky zabezpečenou plochu, kde ještě po určitou dobu setrvává a dozrává. (Jalovecký, 2013)

7.1.2.4 Dozrávání

Dozrávání kompostu probíhá po fázi přeměny, kdy kompostovací zakládka ležela přibližně tři týdny v aerobních žlabech. Tento proces se děje za halou kompostárny a trvá cca 50 dnů. Výsledkem je kompost, který ještě obsahuje velké nezpracované částice dřevní hmoty, proto se přesévá. Podsítná část je pak kompost bez obsahu hrubých částic. (Jalovecký, 2013)

7.1.3 Technické vybavení kompostárny

K naskladňování BRO do zásobníků homogenizátorů a k manipulaci s materiálem používá personál manipulační prostředek, teleskopický manipulátor JSB 531–70, nebo může využít energetický prostředek, kolový traktor CASE JXU 95 JL, který je vybaven čelním nakladačem s lopatou LRZ 100. K energetickému prostředku se dá připojit štěpkovač TÛNNISSEN 327 Z, který slouží k jemné dezintegraci dřevní hmoty na štěpku a ta se pak přidává do kompostovací zakládky. (Jalovecký, 2013)

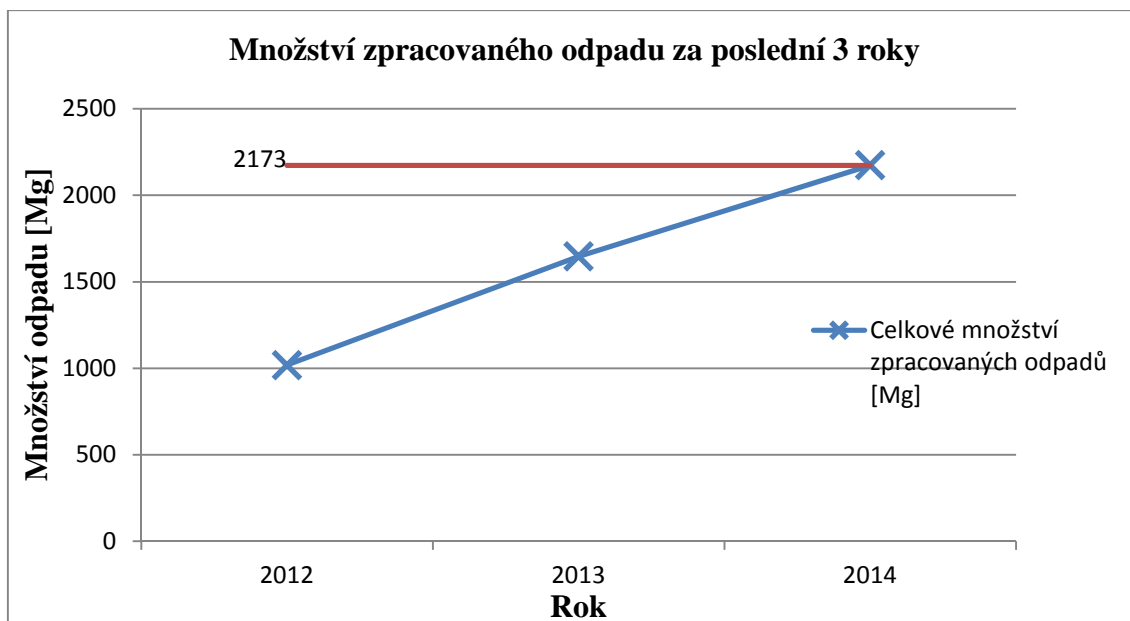
Před založením zakládky do žlabů je potřeba BRO rozdrtit a promíchat. K tomu slouží homogenizátor ZAGO EcoGreen15SD (viz Příloha č. 2), který je umístěn na vstupu suroviny do haly. BRO, který prošel homogenizátorem, jde následně na dávkovací zařízení HUSKY MT90, kde dochází ještě jednou k homogenizaci. Pro dopravu kompostovaných surovin jsou užívány pásové dopravníky. Na začátku pásových dopravníků je šnekové míchací zařízení a čerpadlo, s jehož pomocí lze zakládku v případě potřeby zvlhčit přidáním tekutých odpadů (voda z jímek vodohospodářsky zabezpečených ploch). Poté je zakládka vyvezena nad úroveň žlabů pomocí pásových dopravníků (viz Příloha č. 2). Samotné naskladňování provádí speciální naskladňovací dopravník s dvojstranným šnekovým shrnovačem,

jenž zakládku shrnuje z pásu do žlabu. Kompostárna má nově možnost svozu BRO kontejnery VOK, pomocí návěsu za traktor. (Jalovecký, 2013)

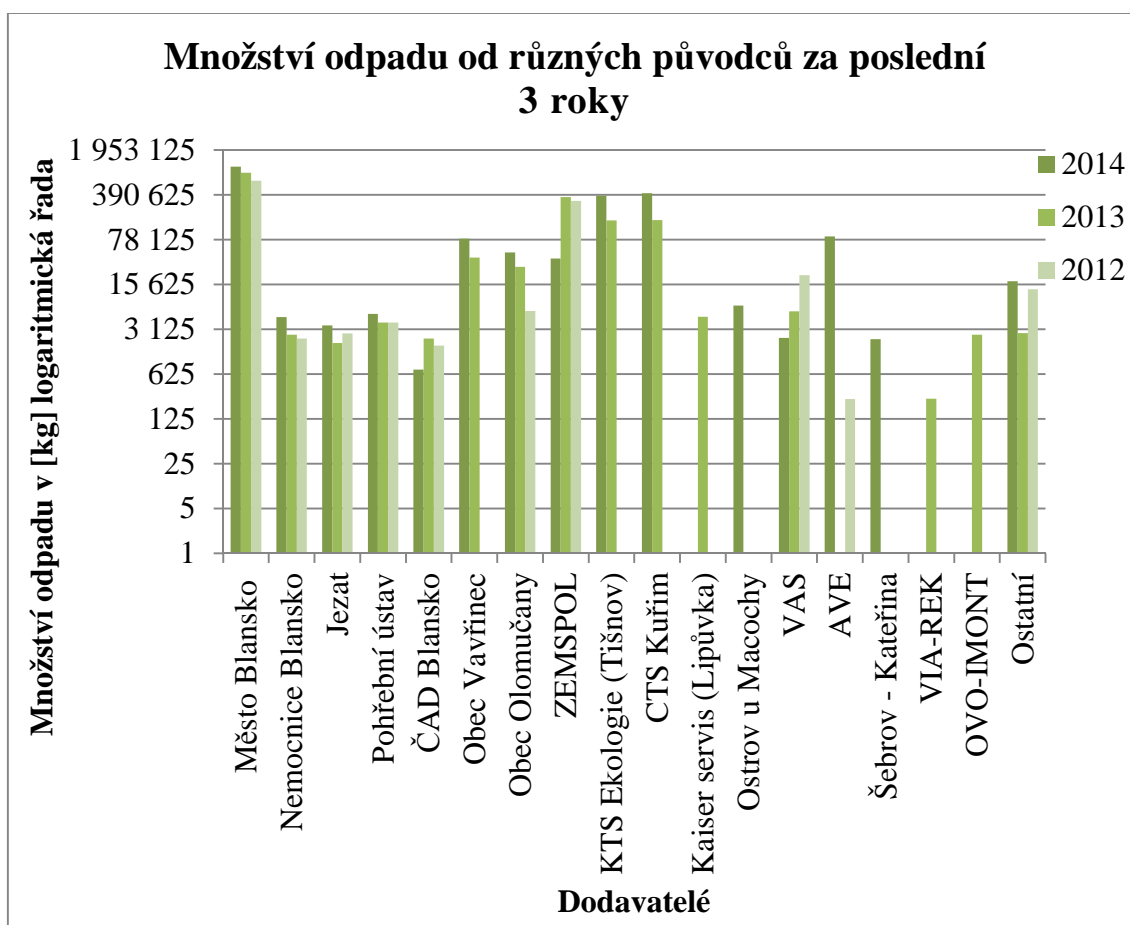
Kompostárna prodává tři produkty. Kompost nepřesetý, který si mohou občané města Blanska odvézt zdarma v takovém množství, kolik přivezou BRO, dále pak za poplatek kompost přesetý a přesetý balený v 25 kg pytlích (Obr. 29 viz Příloha č. 2). Rozdíl mezi nimi je vidět na fotografiích uvedených v Příloze č. 4. (www.blansko.cz, Jalovecký, 2014)

7.1.4 Množství zpracovávaných biologicky rozložitelných odpadů.

V následujících grafech (Obr. 14 a 15) jsou údaje o množství zpracovávaného odpadu kompostárnou za poslední tři roky, tedy za období 2012–2014, kdy kompostárnu provozuje společnost VIA ALTA a.s. Kompostárna začala svůj provoz v květnu 2011, proto jsou data spíše ukazatelem nárůstu zpracovávaného množství. Je zde patrný nárůst množství odpadů, které kompostárna odstranila. V roce 2014 bylo téměř dosaženo maximálního množství zpracovaného odpadu. Prvotním problémem z roku 2011, po zahájení provozu, bylo získat dostatek BRO ke zpracování. Ten se podařilo vyřešit po vypsání výběrového řízení na provozovatele v roce 2012, kdy se novému provozovateli společnosti VIA ALTA a.s., podařilo informovat producenty BRO o možnostech kompostárny a nasmlouvat dostatek obcí a firem, které BRO do kompostárny začali dovážet na zpracování a naplnili tak její objem. Z údajů z grafu na Obr. 14 se nedá tedy odvodit vývoj do budoucna. Snad jen, že od roku 2011 nastal velký pokrok s naplněním technologie a dnes se již pohybuje na plánovaném konstrukčním množství zpracovávaných BRO. (VIA ALTA a.s., upraveno Šváb, 2015)



Obr. 14 Množství zpracovaného odpadu na kompostárně v Blansku od roku 2012 do roku 2014 (VIA ALTA a.s., upravil Šváb 2015)



Obr. 15 Množství odpadu zpracovaných na kompostárně v Blansku od různých původců z okolí za období 2012–2014 (VIA ALTA a.s., upravil Šváb, 2015)

Graf (viz Obr. 15) je v logaritmicke mēřítku, aby byli znázornēni i malí dodavatelé. Největším dovozcem BRO je město Blansko, kde je odpad od občanů, ze sběrných dvorů, které jsou ve městě dva, dále BRO z pytlového a kontejnerového sběru a odpad od Technických služeb města Blanska. Z grafu je patrný průběh situace od roku 2012 do roku 2014. Je vidět, že množství odpadu od jednotlivých dodavatelů stoupá, stejně tak počet dodavatelů. Bude to nejspíš dáno tím, že se kompostárna dostává do povědomí a odpad, který dříve odstraňovali původci jiným způsobem, dnes dováží na kompostárnu.

7.2 Možné způsoby sběru biologicky rozložitelných odpadů.

7.2.1 Způsob zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů

Oddělené soustředování složek KO může obec, město provádět dle Vyhlášky č. 321/2014, o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek KO ve znění pozdějších právních předpisů, pomocí těchto prostředků:

- sběrných dvorů,
 - zařízení podle § 14 odst. 1 zákona a v případě BRKO také prostřednictvím malých zařízení podle § 33b zákona,
 - velkoobjemových kontejnerů,
 - sběrných nádob,
 - pytlového způsobu sběru nebo kombinací uvedených způsobů.
- (www.zakonyprolidi.cz)

Prvotním cílem je oddělený sběr BRO od KO, což lze v praxi realizovat prostřednictvím sběrných dvorů, sběrných hnízd a tzv. od prahu, kdy občané třídí doma a dávají BRO do sběrných nádob k tomu určených. Vytříděný BRO je potřeba sbírat do vhodných kontejnerů či sběrných nádob a ve stanovených intervalech se odpad odváží.

BRO v nádobách určených pro jeho sběr leží ve větrané nádobě na roštu, kde může povadat a zmenšovat tak svůj objem. Pokud se do nádoby vhazuje pouze to co má, odpad v nádobě nepáchne. Další možností je pytlový sběr odpadu, který spočívá ve sběru pytlů, které občané dají před dům a odpad je dvakrát týdně v sezóně svážen.

(www.jihlava.cz)

Realizace a organizace odděleného sběru BRO je buď donáškovým způsobem, kdy občan sám doveze či donese odpad přímo na kompostárnu, nebo způsob odvozový, kdy je BRO odváženo svozovou firmou. V Blansku se oba způsoby prolínají. (www.biomasa.via-alta.cz)

V roce 2013 bylo po Blansku umístěno 15 sběrných nádob na BRO jako testovací projekt, převážně v zahrádkářských oblastech. Na počet obyvatel a dostupnost ke kontejnerům je tento počet velmi nízký, neboť potenciál sběru BRO pomocí sběrných nádob by mohl být větší. Další možností je využít VOK sjednaných s městskými službami v případě velkého množství BRO.

8 ZÁVĚR

Práce se zabývala problematikou zpracování biologicky rozložitelných odpadů. Především zpracováním aerobní metodou, tedy kompostováním a následným materiálovým využitím produktu – kompostu. V úvodní části jsou vymezeny základní pojmy týkající se problematiky odpadů a biologicky rozložitelných odpadů. Dále je popsáno legislativní prostředí v České republice týkající se této problematiky. Byl také porovnán vývoj za posledních několik let v České republice v nakládání a produkci odpadů se zeměmi Evropské unie. Z údajů za poslední roky vyplývá, že množství produkovaného komunálního odpadu v České republice je oproti ostatním zemím Evropské unie nižší. Produkce je zhruba kolem 300 kg komunálního odpadu na osobu a rok. V následující kapitole jsou popsány způsoby nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a podrobně definován celý proces kompostování, tedy důležité aspekty procesu a podmínky nutné pro úspěšnou produkci kvalitního kompostu.

Stěžejní část práce je věnována problematice zpracování biologicky rozložitelného odpadu ve městě Blansku. Je popsána současná situace, podrobně technologie a proces na dané kompostárně, kterou město nechalo postavit, aby mohlo řešit odstraňování a následné využívání biologicky rozložitelných odpadů. Provoz kompostárny byl zahájen v květnu 2011. Kompostárna je koncipovaná na zpracování 2 173 Mg odpadu za rok. S naplněním provozu mělo město z počátku problémy, ale během let 2012–2014 se podařilo naplnit na konstruované množství. Z čehož vyplývá, že třídění a materiálové využívání těchto odpadů v Blansku a okolních obcích se rozvíjí a daří se tuto problematiku dostat do povědomí lidí. Aktuálním problémem kompostárny je následný prodej vzniklého kompostu a návrat živin a humusu zpět do půdy. S tímto problémem se potýká většina kompostáren v České republice. Tomuto problému se provozovatelé, města i stát budou muset v nejbližší době věnovat. Nyní se daří materiálově využívat biologicky rozložitelné odpady a dostávat tyto informace mezi veřejnost, avšak ruku v ruce by s tím měly jít informace o kompostu, jako produktu vhodného pro zapracování do půdy.

Odpady jsou nedílnou součástí naší společnosti a produkujeme jich velké množství. Proto je potřeba efektivně nastavit jejich využívání jak materiálově, tak energeticky, abychom snížili jejich množství, zabránili jejich nežádoucímu vlivu na životní prostředí a nepřenášely problém s odpadem na další generace. U každé technologie bychom na problematiku měli vždy nahlížet celistvě.

9 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Český statistický úřad: Produkce, využití a odstranění odpadů 2013* [online]. 10.10.2014, 23.10.2014 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.czso.cz/csu/2014edicniplan.nsf/p/280020-14>

CHARVÁT, Jan. Kompostárna v Blansku zvýšila obrátky. Letos zpracuje dva tisíce tun odpadu. *Deník.cz* [online]. 16.8.2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.denik.cz/jihomoravsky-kraj/blanenska-kompostarna-zvysila-obratky-letos-zpracuje-dva-tisice-tun-odpadu-20130-23sd.html>

JALOVECKÝ, Jiří. VIA ALTA A.S. *Kompostárna Blansko-technologie*. Okružní 963, 674 01 Třebíč - Borovina, 2013. Dostupné z: www.via-alta.cz

JALOVECKÝ, Jiří. Vedoucí kompostárny v Blansku, ústní sdělení 1. 8. 2014

KALINA, Miroslav. *Kompostování a péče o půdu*. 2., upravené vydání. Praha: GradaPublishing, a.s., 2004. ISBN 80-247-0907-4.

KLEPÁČ, Vladimír. Blansko nemusí EU vracet dotace na stavbu kompostárny. *Enviweb* [online]. 11.08.2014 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/biodpad/100400/blansko-nemusi-eu-vcet-dotace-na-stavbu-kompostarny>

Kompostárna je v ostrém provozu. In: *Město Blansko* [online]. 1. června 2011 [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: www.blansko.cz/clanky/2011/06/kompostarna-je-v-ostrem-provozu

MĚSTO BLANSKO. *Město Blansko* [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: www.blansko.cz

MINISTERSTVO VNITRA. *Portál veřejné správy* [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://portal.gov.cz/portal/obcan/>

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Biologicky rozložitelné odpady* [online]. 2008-2014 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z:

http://www.mzp.cz/cz/biologicky_rozlozitelne_odpady

Nářízení vlády č. 352/2014 Sb., o Plánu odpadového hospodářství České republiky pro období 2015–2024. In: *www.zakonyprolidi.cz*. 2014.

Obyvatelstvo - statistické údaje. *Blansko* [online]. 2014 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.blansko.cz/mesto-blansko/obyvatelstvo>

PLÍVA, CSC., Ing. Petr. *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu* [online]. Výzkumný ústav zemědělské techniky Praha, 2006 [cit. 2015-03-02]. ISBN 80-86884-11-2.

Proces kompostování. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ, Agronomická fakulta, Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin. *Zvýšení půdní úrodnosti aplikací kompostu* [online]. 2014, 18.12.2014. [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=3926

SEZNAM.CZ A.S. *Mapy.cz* [online]. 2015 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/>

Současné město Blansko. *Blansko* [online]. 2015 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: <http://www.blansko.cz/mesto-blansko/>

TV Blansko: Otevření nové kompostárny. YOUTUBE. *YouTube, LLC* [online]. 20.6.2011 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=N9ZZkTjBDoM>

VIA ALTA A.S. *Kompostárna Blansko* [online]. 2012 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.kompostarna-blansko.cz>

VIA ALTA A.S. *VIAALTA* [online]. 2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://biomasa.via-alta.cz>

VIA ALTA A.S. *VIA ALTA a.s. - inženýrská a dodavatelská řešení* [online]. 2013 [cit. 2015-03-14]. Dostupné z: <http://www.via-alta.cz/>

VIA ALTA A.S. *Množství zpracovaného bioodpadu: za roky 2012, 2013, 2014.* Okružní 963, 67401 Třebíč, 2015.

V Jihlavě se bude třídít i bioodpad. *Město Jihlava* [online]. 27.12.2013 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.jihlava.cz/v-jihlave-se-bude-tridit-i-bioodpad/d-499017>

Vyhláška č. 383/2001 Sb., Ministerstva životního prostředí o podrobnostech nakládání s odpady. In: www.zakonyprolidi.cz. 2001.

Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady). In: www.zakonyprolidi.cz. 2008.

Vyhláška č. 321/2014 Sb., o rozsahu a způsobu zajištění odděleného soustředování složek komunálních odpadů. In: www.zakonyprolidi.cz. 2014.

ZÁBOJ, Michal. Kompostárna má prý dost materiálu, Blansku zůstane dotace. *Zrcadlo: Blanenska a Boskovicka* [online]. 24.7.2014 5:14 [cit. 2015-02-27]. Dostupné z: <http://www.zrcadlo.net/clanky/Kompostarna-ma-pry-dost-materialu-Blansku-zustane-dotace-815/>

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: www.portal.gov.cz. 2001.

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Vývoj produkce odpadů v ČR od roku 2002 do roku 2013.....	12
Obr. 2 Způsoby nakládání s KO v roce 2013	13
Obr. 3 Vývoj nakládání s komunálním odpadem	14
Obr. 4 Zjednodušená charakteristika procesu kompostování	16
Obr. 5 Diagram popisující fáze procesu kompostu v závislosti na úbytku hmotnosti materiálu	20
Obr. 6 Průběh teploty v jednotlivých fázích kompostování	21
Obr. 7 Poloha Blanska severně od Brna	22
Obr. 8 Vývoj počtu obyvatel v městě Blansku od roku 2001 do roku 2013	23
Obr. 9 Poloha kompostárny ve městě Blansku	24
Obr. 10 Letecký snímek blanenské kompostárny	24
Obr. 11 Pohled na halu kompostárny ze strany příjezdní komunikace	25
Obr. 12 Vnitřní prostory kompostárny	25
Obr. 13 Aerobní kompostovací žlaby	28
Obr. 14 Množství zpracovaného odpadu na kompostárně v Blansku od roku 2012 do roku 2014	31
Obr. 15 Množství odpadu zpracovaných na kompostárně v Blansku od různých původců z okolí za období 2012–2014.....	31
Obr. 16 Pohled na kompostárnu z příjezdní komunikace	44
Obr. 17 Pohled čelní na halu kompostárny	44
Obr. 18 Prostor pro naložení kompostu	45
Obr. 19 Váha na příjmu odpadů.....	45
Obr. 20 Manipulační technika, nakladač	45
Obr. 21 Homogenizátor Ecogreen Zago používaný k drcení a míchání vstupních surovin	46
Obr. 22 Opakovaná homogenizace surovin	46
Obr. 23 Pásové dopravníky pro naskladnění a vyskladnění materiálu	47
Obr. 24 Pásové dopravníky	47
Obr. 25 Kompostovací aerobní žlaby	47
Obr. 26 Dno žlabu, po kterém jezdí překopávací fréza	48
Obr. 27 Plné žlaby	48
Obr. 28 Ovládací panel	48

Obr. 29 Prodej 25 kg pytlů kompostu.....	49
Obr. 30 Sláma	50
Obr. 31 Dřevní štěpka.....	50
Obr. 32 BRO na příjmu kompostárny.....	51
Obr. 33 Vstupní suroviny (větve) a výsledný produkt přesátý kompost	51
Obr. 34 Kompost vyskladněný ze žlabů	51
Obr. 35 Kompost nepřesetý	52
Obr. 36 Kompost přesetý	52

11 SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Produkce komunálních odpadů v letech od 2009 do 2013.....	13
Tab. 2 Přijímané odpady na kompostárnu	26
Tab. 3 Produkce odpadů v roce 2013 v České republice.....	42
Tab. 4 Produkce KO v Evropě.....	43

12 SEZNAM ZKRATEK

BRO	– biologicky rozložitelný odpad
BRKO	– biologicky rozložitelné komunální odpady
ČOV	– čistírna odpadních vod
ČR	– Česká republika
ČSN	– česká státní norma
CHKO	– chráněná krajinná oblast
KO	– komunální odpad
Obr.	– obrázek
Sb.	– sbírka
Tab.	– tabulka
VOK	– velkoobjemový kontejner

13 PŘÍLOHY

13.1 Seznam příloh

Příloha č. 1 Statistické údaje produkce odpadů v České republice	42
Příloha č. 2 Fotografie kompostárny.....	44
Příloha č. 3 Vstupní suroviny	50
Příloha č. 4 Produkty	52

Statistické údaje produkce odpadů v České republice

Tab. 3 Produkce odpadů v roce 2013 v České republice (www.czso.cz, upraveno Šváb, 2015)

v Mg		Celkem	v tom:	
			nebezpečné	ostatní
Produkce odpadů celkem		23 724 147	1 222 420	22 501 726
v tom:				
z podniků		20 127 368	1 162 786	18 964 582
z toho:				
odpad podobný komunálnímu odpadu		910 881	3 414	907 467
z toho:		CZ-NACE		
zemědělství, lesnictví a rybnářství		01–03	179 526	3 613
těžba a dobývání		05–09	213 103	19 815
zpracovatelský průmysl		10–33	4 416 842	449 721
výroba a rozvod elektřiny, plynu, tepla a klimatizovaného vzduchu		35	1 007 213	13 788
činnosti související s odpadními vodami, odpady a sanacemi		37–39	2 887 463	415 061
stavebnictví		41–43	8 694 456	131 145
doprava a skladování		49–53	232 363	17 064
z obcí		3 596 779	59 634	3 537 144
z toho:				
komunální odpad		3 228 232	8 799	3 219 433

Tab. 4 Produkce KO v Evropě (www.czso.cz, upraveno Šváb, 2015)

kg/obyvatele a rok								
Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
EU (27 countries)	516	522	523	520	511	506	500	492
Belgium	483	485	494	479	467	455	456	456
Bulgaria	582	570	553	599	598	554	508	460
Czech Republic	289	297	294	306	317	318	320	308
Denmark	662	666	707	741	693	673 (e)	718	668
Germany	565	564	582	589	592	602	614	611 (e)
Estonia	435	398	448	391	338	304	299	279
Ireland	731	792	772	724	656	624	623 (e)	570 (e)
Greece	437	443	448	454	461	528	502	503
Spain	588	590	578 (e)	551 (e)	542	510	485	464 (e)
France	530	536	543	541	535	533	537	534 (e)
Croatia	336 (e)	384	399	415	405	379	384	391
Italy	540	552	548	543	533	537 (e)	517 (e)	529 (e)
Cyprus	688	694	704	728	729	696	681	663 (e)
Latvia	320	425	391	345	352	324	350	301
Lithuania	387	405	419	428	381	404	442 (e)	469 (e)
Luxembourg	672	683	695	697	679	679	666	662 (e)
Hungary	461	468	457	454	430	403	382	402
Malta	623	624	654	674	649	600	590	589
Netherlands	599	597	606	600	589	571	568	551
Austria	616	640	596	599	588	560	553 (e)	552 (e)
Poland	319 (e)	321 (e)	322 (e)	320 (e)	316 (e)	315 (e)	315 (e)	314 (e)
Portugal	452	465	471	518	520	516	490	453
Romania	383 (e)	396 (e)	391 (e)	411 (e)	381 (e)	387 (e)	387 (e)	389 (e)
Slovenia	494	516	525	542	524	490	415	362
Slovakia	290	302	310	329	324	335	327	324
Finland	478	494	506	521	480	470	505	506
Sweden	481	496	516	513	482	465	461	462
United Kingdom	581	583	567	541	522	509 (e)	491 (e)	472 (e)
Iceland	516	563	558 (e)	495	355	306	320	338
Norway	426	459	491	487	470	469	485	477
Switzerland	661	709	720	736	702	708	689	694
Serbia	:	233	280	347	360	363	375	364
Turkey	435 (e)	412	433 (e)	400	419 (e)	407	395 (e)	390 (e)
Bosnia and Herzegovina	:	:	:	356	328	332	340	346 (e)
(e) odhad								
Zdroj: Eurostat (aktualizace 2. 7. 2014)								

Fotografie kompostárny



Obr. 16 Pohled na kompostárnu z příjezdní komunikace (Šváb, 2014)



Obr. 17 Pohled čelní na halu kompostárny (Šváb, 2014)



Obr. 18 Prostor pro naložení kompostu (Šváb, 2014)



Obr. 19 Váha na příjmu odpadů (Šváb, 2014)



Obr. 20 Manipulační technika, nakladač (Šváb, 2014)



Obr. 21 Homogenizátor Ecogreen Zago používaný k drcení a míchání vstupních surovin
(Šváb, 2014)



Obr. 22 Opakovaná homogenizace surovin (Šváb, 2014)



Obr. 23 Pásové dopravníky pro naskladnění a vyskladnění materiálu (Via alta a.s., 2012)



Obr. 24 Pásové dopravníky (www.blansko.cz)



Obr. 25 Kompostovací aerobní žlaby (Šváb, 2014)



Obr. 26 Dno žlabu, po kterém jezdí překopávací fréza (Šváb, 2014)



Obr. 27 Plné žlaby (Šváb, 2014)



Obr. 28 Ovládací panel (Šváb, 2014)

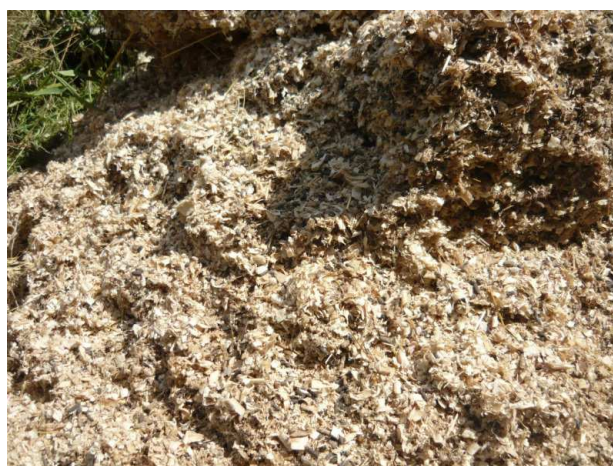


Obr. 29 Prodej 25 kg pytlů kompostu (Šváb, 2014)

Vstupní suroviny



Obr. 30 Sláma (Šváb, 2014)



Obr. 31 Dřevní štěrka (Šváb, 2014)



Obr. 32 BRO na příjmu kompostárny (Šváb, 2014)



Obr. 33 Vstupní suroviny (větve) a výsledný produkt přesátý kompost (Šváb, 2014)



Obr. 34 Kompost vyskladněný ze žlabů (Šváb, 2014)

Produkty



Obr. 35 Kompost nepřesetý (Šváb, 2014)



Obr. 36 Kompost přesetý (Šváb, 2014)